

Rec'd PCT/PTO 01 JUL 2005  
10/541415

PCT/IB 03 / 06269  
15.12.03



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 14 JAN 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03100018.5

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03100018.5  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 08.01.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
Habsburgerallee 11  
52064 Aachen  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Anordnung zum Bestimmen einer Position

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

G01D5/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

## BESCHREIBUNG

### Anordnung zum Bestimmen einer Position

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zum Bestimmen der Position einer magnetfeldempfindlichen Sensoreinheit im Magnetfeld einer Magnetanordnung mit wenigstens weitgehend stabförmiger Kontur.

Magnetfeldempfindliche Sensoren, insbesondere als magnetoresistive Sensoren ausgebildet, werden in vielfältigen Systemen zur Messung magnetischer Felder eingesetzt. Zu den häufigsten Anwendungen gehört der Einsatz im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik als Drehzahlsensoren in Antiblockiersystemen oder in Systemen zur elektronischen Steuerung von Verbrennungskraftmaschinen, auch als Motormanagement-Systeme bezeichnet, sowie als Winkelsensoren zur Aufnahme von Drehbewegungen. Gerade in neuen Anwendungsfällen innerhalb der Kraftfahrzeugtechnik ist es jedoch wünschenswert, magnetfeldempfindliche Sensoren, insbesondere solche mit einer Ausprägung als sogenannte AMR-Sensoren („AMR“ = „anisotropic magnetoresistive“) zur Bestimmung von Bewegungen von Konstruktionselementen der Kraftfahrzeugtechnik auch entlang wenigstens nahezu geradliniger Bewegungskordinaten einzusetzen.

In dem in der Datenblattreihe „Discrete Semiconductors“ der Firma Philips Semiconductors erschienenen Datenblatt „General - Magnetic field sensors“ vom 09. Januar 1997, Seiten 49 ff., ist eine lineare Positionsmessung mit magnetoresistiven Sensoren beschrieben. Die dort dargestellte Anordnung ist in Fig. 1. wiedergegeben und zeigt die Verwendung eines magnetoresistiven Sensors mit einer sogenannten Standard-Brücke, d.h. einer Wheatstoneschen Brückenschaltung aus vier magnetoresistiven Widerstandselementen mit einer hier als Stabmagnet ausgebildeten Magnetanordnung. Als Beispiel ist dort der Einsatz eines magnetoresistiven Sensors vom Typ KMZ 10 B dargestellt, wie er von der Firma Philips Semiconductors vertrieben wird. Dieser Sensor ist auf Seite 4 des genannten Datenblattes näher bezeichnet. Die magnetischen Feldlinien (in Fig.

1 als „field lines“ bezeichnet) des vom Stabmagneten aufgespannten magnetischen Feldes verlaufen dabei wie in Fig. 1 angedeutet von dem in der Darstellung nach oben zeigenden magnetischen Nordpol zu dem in der Darstellung nach unten zeigenden magnetischen Südpol. Der magnetoresistive Sensor ist in einer von kartesischen Koordinaten  $x$  und  $y$  aufgespannten Ebene angeordnet, in der auch die schematisch dargestellte Feldlinie verläuft und in der ebenfalls der Stabmagnet mit seiner Längsmittelachse angeordnet ist. Bei einer Änderung der Position des Stabmagneten gegenüber dem magnetoresistiven Sensor ändern sich am Ort des magnetoresistiven Sensors sowohl die Feldstärke in der sich zur Längsmittelachse des Stabmagneten rechtwinklig erstreckenden  $y$ -Richtung als auch die Feldstärke in der sich zur Längsmittelachse des Stabmagneten parallel erstreckenden  $x$ -Richtung. Beide Feldkomponenten haben Einfluss auf ein von der Wheatstoneschen Brückenschaltung des Sensors abgegebenes Brückenausgangssignal. Das Brückenausgangssignal ist proportional zur Feldstärke in  $y$ -Richtung, mit steigender Feldstärke in  $x$ -Richtung nimmt die Empfindlichkeit des Sensors jedoch ab.

15 In der Anordnung nach Fig. 1 hat die Feldstärke in  $x$ -Richtung für alle zu messenden Positionen des Stabmagneten gegenüber dem magnetoresistiven Sensor ein konstantes Vorzeichen. Dies ist wichtig, um ein sogenanntes Flippen, d.h. eine Invertierung der Sensor-Übertragungscharakteristik zu vermeiden. Befindet sich der Sensor am oberen Ende des Magneten, d.h. entlang der Bewegungskordinate zu dessen Nordpol hin verschoben, so wird ein negativer Wert für die magnetische Feldstärke des vom Stabmagneten aufgespannten magnetischen Feldes in  $y$ -Richtung gemessen. Befindet sich der Sensor dagegen am unteren Ende des Magneten, d.h. entlang der Bewegungskordinate zu dessen Südpol hin verschoben, so wird ein positiver Wert für die magnetische Feldstärke des vom Stabmagneten aufgespannten magnetischen Feldes in  $y$ -Richtung gemessen.

Aufgrund der sich ändernden Feldstärke in  $x$ -Richtung ändert sich das vom Sensor abgegebene Brückenausgangssignal jedoch nicht proportional zu dem in  $y$ -Richtung gemessenen Wert der Feldstärke. Fig. 2 zeigt einen beispielhaften Verlauf dieses Brückenausgangssignals bei einer Versorgungsspannung von 5V für eine Positionsänderung des

Sensors gegenüber dem Stabmagneten entlang der Bewegungskordinate zwischen dem Nordpol und dem Südpol des Stabmagneten von maximal  $\pm 5\text{mm}$  für einen Stabmagneten mit einer Länge von  $10\text{mm}$ . Dabei ist das Brückenausgangssignal als Spannung in Millivolt mit der Bezeichnung „ $U_{\text{out}}/\text{mV}$ “ und die Positionsänderung des Sensors gegenüber dem Stabmagneten entlang der Bewegungskordinate als Wert der kartesischen Koordinate  $x$ , gerechnet von der Mitte zwischen dem Nordpol und dem Südpol des Stabmagneten, mit der Bezeichnung „ $x/\text{mm}$ “ aufgetragen.

Das Diagramm nach Fig. 2 zeigt innerhalb des gesamten Bereichs dieser Positionsänderung des Sensors gegenüber dem Stabmagneten entlang der Bewegungskordinate von hier  $\pm 5\text{mm}$  bei mittleren Werten der Positionsänderung – hier von Werten für  $x$  von etwa  $-3\text{mm}$  bis  $+3\text{mm}$  – einen Abschnitt, in dem das Brückenausgangssignal linear proportional zur Positionsänderung des Sensors gegenüber dem Stabmagneten verläuft, während zu den Enden des insgesamt dargestellten Bereichs dieser Positionsänderung von hier maximal  $\pm 5\text{mm}$  hin wegen der stark abnehmenden Werte für die magnetische Feldstärke in  $x$ -Richtung das Brückenausgangssignal einen nichtlinearen Verlauf annimmt. Dort, wo sich dieser nichtlineare Verlauf einstellt, ist das Brückenausgangssignal für die angestrebte Positionsmessung nicht mehr nutzbar. Der in dieser Anordnung für eine Positionsmessung nutzbare Bereich entlang der Bewegungskordinate zwischen dem Nordpol und dem Südpol des Stabmagneten ist dabei in Fig. 1 mit „displacement range“ bezeichnet. Es ist zu erkennen, dass dieser für eine Positionsmessung nutzbare Bereich entlang der Bewegungskordinate die Abmessung des Stabmagneten zwischen seinem Nordpol und seinem Südpol nur ungenügend ausnutzt. Mit der Anordnung nach Fig. 1 ist es somit notwendig, die Magnetlänge, d.h. die Abmessung des Stabmagneten entlang der Bewegungskordinate, deutlich größer zu wählen als den für eine Positionsmessung nutzbaren Bereich. In dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Beispiel ist ein Stabmagnet erforderlich, der etwa um den Faktor 1,5 länger ist als der für die Positionsmessung nutzbare Bereich. Dies ist wegen des erhöhten Platzbedarfs der Anordnung und auch des Materialbedarfs für den Stabmagneten nachteilig.

Die Erfindung hat die Aufgabe, eine Anordnung zum Bestimmen der Position einer ma-

gnetfeldempfindlichen Sensoreinheit im Magnetfeld einer Magnetanordnung mit wenigstens weitgehend stabförmiger Kontur zu schaffen, mit der eine bessere Ausnutzung der Abmessung der Magnetanordnung als für eine Positionsmessung nutzbarer Bereich erzielt werden kann.

5

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Anordnung zum Bestimmen der Position einer magnetfeldempfindlichen Sensoreinheit im Magnetfeld einer Magnetanordnung mit wenigstens weitgehend stabförmiger Kontur entlang einer sich wenigstens weitgehend geradlinig und parallel zu einer Längsachse der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur erstreckenden Bewegungskordinate, worin die magnetfeldempfindliche Sensoreinheit zum Messen einer Komponente des Magnetfeldes eingerichtet ist, die sich in einer zur Längsachse der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur wenigstens weitgehend parallelen Ebene wenigstens weitgehend rechtwinklig zu dieser Längsachse erstreckt, und die Magnetanordnung einen magnetischen Nordpol im Bereich eines ersten Endes der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur, einen magnetischen Südpol im Bereich eines zweiten Endes der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur sowie eine Verschlangung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur in deren mittlerem, zwischen dem Nordpol und dem Südpol sich erstreckenden Bereich aufweist.

20

Dabei liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass eine Verkürzung der Magnetanordnung erreicht werden kann, wenn es gelingt, auch an den Enden der Magnetanordnung im Bereich des magnetischen Nord- und Südpols nennenswerte Feldstärken in Richtung Längsachse der Magnetanordnung, d.h. in Richtung der Bewegungskordinate bzw. in x-Richtung, zu erzeugen.

25

Die Erfindung erreicht dieses Ergebnis unter Ausnutzung der beschriebenen Erkenntnis in vorteilhafter Weise durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen. Durch die Verschlangung der Magnetanordnung in der Mitte wird der Austrittswinkel der Feldlinien an den Enden der Magnetanordnung im Bereich des magnetischen Nord- und Südpols verän-

30

dert, so dass größere magnetische Feldstärken in x-Richtung erzeugt werden. Dadurch kann bei unveränderter Ausdehnung des für eine Positionsmessung nutzbaren Bereichs eine Verkürzung der Magnetanordnung erreicht werden.

- 5 Die genaue Ausformung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur der erfindungsgemäßen Magnetanordnung kann leicht durch einfaches Experiment für den jeweiligen Anwendungsfall ermittelt und optimiert werden. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung entspricht jedoch die Verschlinkung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur zumindest abschnittsweise einer wenigstens weitgehend
- 10 dem Verlauf einer Ellipse folgenden Ausgestaltung. Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung entspricht die Verschlinkung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur zumindest abschnittsweise einer wenigstens weitgehend dem Verlauf einer Zykloide folgenden Ausgestaltung. Durch derartige, mathematisch und konstruktiv eindeutig definierte Konturen wird eine gut reproduzierbare Ausformung der
- 15 erfindungsgemäßen Magnetanordnung erhalten.

- Vorteilhaft ist die magnetfeldempfindliche Sensoreinheit mit einer Wheatstone-Brücke aus magnetoresistiven Widerstandselementen ausgebildet, deren Längsrichtung sich zumindest weitgehend entlang der Bewegungskordinate erstreckt. Eine derartige Sensor-
- 20 einheit ist mit dem vorstehend bereits genannten magnetoresistiven Sensor vom Typ KMZ 10 B, wie er von der Firma Philips Semiconductors vertrieben wird, in einfacher und kostengünstiger Weise gegeben.

- Für einen Einsatz der Erfindung in einer Anordnung zur Bestimmung der relativen Position eines ersten Körpers und eines zweiten Körpers zueinander, z.B. eines ersten und eines zweiten Maschinenelements, ist vorteilhaft die Magnetanordnung mit diesem ersten Körper und die Sensoreinheit mit dem zweiten Körper verbunden zum Bestimmen der Position des ersten Körpers gegenüber dem zweiten Körper entlang der Bewegungskordinate. Insbesondere ist dabei die Sensoreinheit mit dem Körper verbunden, der
- 25 gegenüber auch einer mit der Sensoreinheit zu verbindenden Auswerte- und Steuerungs-
- 30

anordnung feststehend angeordnet ist, und die Magnetanordnung ist mit dem Körper verbunden, der gegenüber dem erstgenannten Körper beweglich ausgebildet ist. Dies vereinfacht eine Übertragung von durch die Sensoreinheit abgegebenen Signalen und auch eine Signal- und Energiezufuhr zu dieser Sensoreinheit. Jedoch kann auch eine  
5 vertauschte Verbindung der Sensoreinheit und der Magnetanordnung mit den genannten Körpern erfolgen, wenn diesen Einbaubedingungen entsprechende Einrichtungen zur Signal- und Energiezufuhr vorgesehen sind.

In einem bevorzugten Anwendungsfall der erfindungsgemäßen Anordnung sind der erste und der zweite Körper durch Teile eines Kraftfahrzeugs gebildet. Insbesondere sind  
10 der erste und der zweite Körper durch Teile eines Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotors gebildet. In einem besonders bevorzugten Anwendungsfall umfasst dabei der zweite Körper ein Teil eines Ventilantriebs für einen Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor umfasst und ist der erste Körper mit einem demgegenüber beweglichen Teil des Ventilantriebs ausgebildet.  
15

Die Erfindung lässt sich als vorteilhafte Ausgestaltung eines elektromagnetischen Ventilantriebs für einen Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor einsetzen, bei dem die Position eines mit einem Ventilteller verbundenen Ankers in einem das Ventil antreibenden, elektromagnetischen Aktuator zwecks Regelung der Aufsetzgeschwindigkeit des Ventiltellers auf den Ventilsitz gemessen werden soll. Dabei ist zu berücksichtigen, dass typische Ventilhübe im Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor sich zwischen 8 und 12 mm bewegen und in Ausnahmefällen sogar noch größere Ventilhübe auftreten. Dafür ist eine Anordnung erforderlich, die eine geradlinige Bewegung über einen solchen Bereich erfassen kann. Die erfindungsgemäße Anordnung ist für diesen Einsatzzweck nicht allein aufgrund ihrer kompakten Bauform und ihrer Robustheit bevorzugt geeignet, sondern bewältigt auch die Erzeugung eines Sensorausgangssignals mit der geforderten Verarbeitungsgeschwindigkeit. Für die in Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren heutiger Bauart auftretenden Motordrehzahlen und damit die für die Ventilantriebe geforderten  
25  
30 kurzen Betätigungszeiten, bei denen sich Umschwingzeiten der elektromagnetischen



Aktuatoren zwischen 3 und 10ms ergeben, weist die erfindungsgemäße Anordnung mit einem „AMR“-Sensor eine hinreichend schnelle Signalverarbeitung auf. Außerdem ist die erfindungsgemäße Anordnung in der Lage, in jeder Betriebssituation und damit auch unmittelbar bei Inbetriebnahme eine präzise Information über die gemessene Position, die sogenannte „Absolutposition“ des Aktuators, zu liefern.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Anordnung nach dem Stand der Technik für eine lineare Positionsmessung unter Verwendung eines magnetoresistiven Sensors vom Typ KMZ 10 B mit einer sogenannten Standard-Brücke,

Fig. 2 einen beispielhaften Verlauf des Brückenausgangssignals des magnetoresistiven Sensors vom Typ KMZ 10 B in der Anordnung nach Fig. 1,

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung für eine lineare Positionsmessung unter Verwendung eines magnetoresistiven Sensors vom Typ KMZ 10 B mit einer sogenannten Standard-Brücke,

Fig. 4 einen beispielhaften Verlauf des Brückenausgangssignals des magnetoresistiven Sensors vom Typ KMZ 10 B in der Anordnung nach Fig. 3 und

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Ventilantriebs für einen Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor als Ausführungsbeispiel eines Einsatzes der Erfindung.

Im Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Fig. 3 ist wieder eine Anordnung für eine lineare Positionsmessung unter Verwendung eines magnetoresistiven Sensors vom Typ KMZ 10 B dargestellt, wie er aus dem oben genannten Datenblatt „General - Magnetic field sensors“ vom 09. Januar 1997, Seite 4, bekannt ist. Die Anordnung gemäß Fig. 3 zeigt die Verwendung dieses magnetoresistiven Sensors mit einer auch hier wieder als Stabmagnet ausgebildeten Magnetanordnung. Die magnetischen Feldlinien (in Fig. 3 wieder als „field lines“ bezeichnet) des vom Stabmagneten aufgespannten magnetischen Feldes verlaufen dabei wie in Fig. 3 angedeutet von dem in der Darstellung nach oben zeigenden magnetischen Nordpol zu dem in der Darstellung nach unten zeigenden ma-

gnetischen Südpol. Der magnetoresistive Sensor ist in einer von kartesischen Koordinaten  $x$  und  $y$  aufgespannten Ebene angeordnet, in der auch die schematisch dargestellte Feldlinie verläuft und in der ebenfalls der Stabmagnet mit seiner Längsmittelachse angeordnet ist. Bei einer Änderung der Position des Stabmagneten gegenüber dem magnetoresistiven Sensor ändern sich am Ort des magnetoresistiven Sensors sowohl die Feldstärke in der sich zur Längsmittelachse des Stabmagneten rechtwinklig erstreckenden  $y$ -Richtung als auch die Feldstärke in der sich zur Längsmittelachse des Stabmagneten parallel erstreckenden  $x$ -Richtung. Beide Feldkomponenten haben Einfluss auf das von der Wheatstoneschen Brückenschaltung des Sensors abgegebene  
5 Brückenausgangssignal. Dieses Brückenausgangssignal ist wieder proportional zur Feldstärke in  $y$ -Richtung, mit steigender Feldstärke in  $x$ -Richtung nimmt die Empfindlichkeit des Sensors jedoch ab.

In der Anordnung nach Fig. 3 hat die Feldstärke in  $x$ -Richtung für alle zu messenden  
15 Positionen des Stabmagneten gegenüber dem magnetoresistiven Sensor ein konstantes Vorzeichen. Dies ist wichtig, um ein sogenanntes Flippen, d.h. eine Invertierung der Sensor-Übertragungscharakteristik zu vermeiden. Befindet sich der Sensor am oberen Ende des Magneten, d.h. entlang der Bewegungskordinate zu dessen Nordpol hin verschoben, so wird ein negativer Wert für die magnetische Feldstärke des vom Stabmagneten aufgespannten magnetischen Feldes in  $y$ -Richtung gemessen. Befindet sich der  
20 Sensor dagegen am unteren Ende des Magneten, d.h. entlang der Bewegungskordinate zu dessen Südpol hin verschoben, so wird ein positiver Wert für die magnetische Feldstärke des vom Stabmagneten aufgespannten magnetischen Feldes in  $y$ -Richtung gemessen.

25 Der in der Anordnung nach Fig. 3 verwendete Stabmagnet weist im mittleren Bereich zwischen seinem magnetischen Nordpol am ersten Ende der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur und seinem magnetischen Südpol am zweiten Ende seiner wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur eine Verschlankung auf. Dadurch gelingt es,  
30 auch an den Enden der Magnetanordnung im Bereich des magnetischen Nord- und Süd-

pols nennenswerte Feldstärken in Richtung Längsachse des Stabmagneten, d.h. in Richtung der Bewegungskordinate bzw. in x-Richtung, zu erzeugen. Durch die Verschlan-  
kung des Stabmagneten in der Mitte wird der Austrittswinkel der Feldlinien an den Enden des Stabmagneten im Bereich des magnetischen Nord- und Südpols  
5 verändert, so dass größere magnetische Feldstärken in x-Richtung erzeugt werden. Dadurch kann bei unveränderter Ausdehnung des für eine Positionsmessung nutzbaren Bereichs eine Verkürzung des Stabmagneten erreicht werden.

Fig. 4 zeigt einen beispielhaften Verlauf dieses Brückenausgangssignals bei einer Versorgungsspannung von 5V für eine Positionsänderung des Sensors gegenüber dem Stabmagneten entlang der Bewegungskordinate zwischen dem Nordpol und dem Südpol  
10 des Stabmagneten von maximal  $\pm 5\text{mm}$  für einen Stabmagneten mit einer Länge von 11mm. Dabei ist wieder das Brückenausgangssignal als Spannung in Millivolt mit der Bezeichnung „Uout/mV“ und die Positionsänderung des Sensors gegenüber dem Stabmagneten entlang der Bewegungskordinate als Wert der kartesischen Koordinate x, ge-  
15 rechnet von der Mitte zwischen dem Nordpol und dem Südpol des Stabmagneten, mit der Bezeichnung „x/mm“ aufgetragen.

Das Diagramm nach Fig. 4 zeigt einen Verlauf des Brückenausgangssignals, der sich  
20 jetzt innerhalb des gesamten Bereichs der Positionsänderung des Sensors gegenüber dem Stabmagneten entlang der Bewegungskordinate von hier  $\pm 5\text{mm}$  linear proportional zu dieser Positionsänderung des Sensors gegenüber dem Stabmagneten verhält, so dass auch zu den Enden des insgesamt dargestellten Bereichs dieser Positionsänderung von hier maximal  $\pm 5\text{mm}$  hin trotz abnehmender Werte für die magnetische Feldstärke  
25 in x-Richtung das Brückenausgangssignal einen linearen Verlauf behält. Dort ist das Brückenausgangssignal für die angestrebte Positionsmessung somit ebenfalls noch nutzbar. Der in dieser Anordnung für eine Positionsmessung nutzbare Bereich entlang der Bewegungskordinate zwischen dem Nordpol und dem Südpol des Stabmagneten ist dabei in Fig. 4 wieder mit „displacement range“ bezeichnet. Es ist zu erkennen, dass  
30 dieser für eine Positionsmessung nutzbare Bereich entlang der Bewegungskordinate die Abmessung des Stabmagneten zwischen seinem Nordpol und seinem Südpol wenig-

stens nahezu vollständig ausnutzt. Mit der Anordnung nach Fig. 4 ist es somit möglich, die Magnetlänge, d.h. die Abmessung des Stabmagneten entlang der Bewegungsordinate, nur noch so groß zu wählen wie den für eine Positionsmessung nutzbaren Bereich. Dies verringert den Platzbedarf der Anordnung und auch den Materialbedarf für den

5 Stabmagneten entscheidend.

Fig. 5 zeigt im Längsschnitt entlang seines Ventilschaftes 1 eine schematische Darstellung eines Ventilantriebs für einen Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor als Ausführungsbeispiel eines Einsatzes der Erfindung. Dieser Ventilantrieb umfasst einen Aktuator aus

10 zwei ringförmigen Elektromagneten 2, 3, die je einen topfförmigen Eisenkern 4 bzw. 5 und je eine ringförmige Wicklung 6 bzw. 7 umfassen. Der Ventilschaft 1 ist dabei durch je einen kreiszylindrischen Durchbruch 10 bzw. 11 in je einem mittleren Pol 8 bzw. 9 der topfförmigen Eisenkerne 4 bzw. 5 geführt. Die ringförmigen Elektromagneten 2, 3 sind fest zueinander beabstandet und spiegelbildlich angeordnet. Zwischen ihnen ist ein

15 scheibenförmiger Anker 21 aus magnetisierbarem Stahl angeordnet. Dieser Anker 21 ist mit dem Ventilschaft 1 fest verbunden und wird mit diesem und einem mit diesem verbundenen Ventilteller 12 gegenüber den ringförmigen Elektromagneten 2, 3 entlang einer Längsachse 13 des Ventilschaftes 1, die zugleich eine Bewegungsordinate des Ventilschaftes 1 bildet, bewegt. Dabei wird der Ventilteller 12 wechselweise von einem

20 Ventilsitz 14 abgehoben bzw. gegen denselben gedrückt. Ein Teil eines Zylinderkopfes mit einer ersten, ventiltellerseitigen Führung 15 des Ventilschaftes 1 und einem Ein- bzw. Auslasskanal 16 für Treibstoffgemisch bzw. Abgas sowie einer Halterung 17 für die ringförmigen Elektromagneten 2, 3 ist in Fig. 5 angedeutet. In der Halterung 17 ist ferner konzentrisch zum Ventilschaft 1 eine Gewindebohrung 18 angeordnet, in der sich

25 eine Einstellschraube 19 befindet, die mit einer zweiten Führung 20 des Ventilschaftes 1 ausgeformt ist.

Auf dem Ventilschaft 1 sind weiterhin ein erster und ein zweiter Federteller 22, 23 koaxial zur Längsachse 13 fest angeordnet, auf denen sich eine erste bzw. eine zweite

30 Druckfeder 24 bzw. 25 mit je einem Ende abstützt. Die erste Druckfeder 24 stützt sich mit ihrem anderen Ende auf dem Zylinderblock ab, und zwar im dargestellten Ausfüh-

rungsbeispiel auf der ersten, ventiltellerseitigen Führung 15 des Ventilschaftes 1. Die zweite Druckfeder 25 stützt sich mit ihrem anderen Ende auf der Einstellschraube 19 ab, und zwar im dargestellten Ausführungsbeispiel auf der zweiten Führung 20 des Ventilschaftes 1. Auf diese Weise wirkt die erste Druckfeder 24 im Sinne eines Schließens des Ventils, d.h. eines Andrückens des Ventiltellers 12 gegen den Ventilsitz 14. Wäre kein Aktuator vorhanden, so würde die erste Druckfeder 24 dafür sorgen, dass das Ventil fest geschlossen ist. Die zweite Druckfeder 25 wirkt im Sinne eines Öffnens des Ventils, d.h. eines Abhebens des Ventiltellers 12 vom Ventilsitz 14. Wäre kein Aktuator vorhanden, so würde die zweite Druckfeder 25 dafür sorgen, dass das Ventil geöffnet ist. Beide Federn arbeiten "gegeneinander". Durch diese Konstruktion wird u.a. der Anker 21 in einer Mittelstellung gehalten, die über eine Verstellung der Einstellschraube 19 in der Gewindebohrung 18 justierbar ist.

Wird nun der in der Darstellung der Fig. 5 obere, erste Elektromagnet 2 bestromt, so wird der Anker 21 nach oben angezogen und das Ventil wird geschlossen. Entsprechend bewegt sich der Anker 21 nach unten und öffnet das Ventil, wenn der in der Darstellung der Fig. 5 untere, zweite Elektromagnet 3 bestromt wird. Ist keiner der Elektromagneten 2, 3 bestromt, so wird der Anker 21 von den Federn in der beschriebenen Mittelstellung gehalten und das Ventil ist halb geöffnet.

20

Der Hauptvorteil dieser Konstruktion mit den gegeneinander arbeitenden Druckfedern 24, 25 im Zusammenhang mit dem Aktuator liegt allerdings in dem dadurch realisierten Umschwingprinzip. Ist der obere, erste Elektromagnet 2 bestromt, der Anker 21 in seiner oberen Stellung, in der er dicht am ersten Elektromagneten 2 anliegt, wobei die zweite, obere Feder 25 zusammengedrückt und die erste, untere Feder 24 entspannt ist, und ist dadurch das Ventil geschlossen und soll geöffnet werden, so wird der Strom durch den oberen, ersten Elektromagneten 2 abgeschaltet. Der Anker 21 schwingt nun aufgrund der Federkräfte idealerweise ganz, aufgrund der Reibungskräfte im mechanischen Aufbau jedoch nur nahezu vollständig, bis in seine untere Stellung durch. In dieser unteren Stellung liegt der Anker 21 dicht am zweiten Elektromagneten 3 an, wobei

30

die zweite, obere Feder 25 entspannt und die erste, untere Feder 24 zusammengedrückt und dadurch das Ventil geöffnet ist. Der untere, zweite Elektromagnet 3 muss dabei nur entsprechend schwach bestromt werden, um den Anker 21 ganz in seine untere Stellung anzuziehen. Ohne Federkonstruktion müssten wegen der großen Wegstecke des Ankers bei einem typischen Ventilhub von ca. 8 - 12 mm und dem damit verbundenen großen Abstand zwischen dem Anker 21 und dem unteren, zweiten Elektromagneten 3 in der oberen Stellung des Ankers 21 sehr große Ströme durch den unteren, zweiten Elektromagneten 3 fließen, um eine hinreichende magnetische Kraft auf den Anker 21 ausüben zu können.

10

Zur Positionsmessung der Baugruppe aus Ventilschaft 1, Ventilteller 12 und Anker 21 ist an dem Ventilteller 12 abgewandten Ende 26 des Ventilschaftes 1 eine Anordnung aus einem in einem nichtmagnetischen Gehäuse 27 untergebrachten Stabmagneten 28 befestigt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist diese Befestigung durch ein Gewinde am dem Ventilteller 12 abgewandten Ende 26 des Ventilschaftes 1 und am Gehäuse 27 vorgenommen. Der Stabmagnet 28 ist mit seiner Längsachse zwischen Nord- und Südpol koaxial zur Längsachse 13 des Ventilschaftes ausgerichtet. Beispielsweise ist der Nordpol vom Ventilteller 12 abgewandt, der Südpol dem Ventilteller 12 zugewandt angeordnet. Die Längsachse 13 des Ventilschaftes 1 bildet somit auch die Bewegungskordinate des Stabmagneten 28.

Auf einer Sensorhalterung 29, die in dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel auf einer auf der Halterung 17 für die ringförmigen Elektromagneten 2, 3 aufsitzenden Abdeckplatte 30 montiert ist, befindet sich ein magnetoresistiver Sensor 31. Dieser ist bevorzugt wieder vom beschriebenen Typ KMZ 10 B. Die Sensorhalterung 29 ist dazu mit einer Montagefläche ausgestaltet, auf der der Sensor 31 flächig aufgebracht ist. Die magnetoresistiven Widerstandselemente des Sensors 31 sind dabei in einer Fläche ausgerichtet, die in Fig. 5 mit der Zeichenebene zusammenfällt und in der sich auch die Bewegungskordinate des Stabmagneten 28 befindet; in ihrer Längsrichtung sind die magnetoresistiven Widerstandselemente des Sensors 31 dabei in Richtung der Bewegungs-

30

koordinate des Stabmagneten 28 ausgerichtet. Der Sensor 31 misst die in der Zeichenebene senkrecht zur Bewegungskordinate liegende Feldkomponente des vom Stabmagneten 28 aufgespannten magnetischen Feldes. Mit den Pfeilen 32 ist in Fig. 5 der in dieser Anordnung für die Positionsmessung nutzbare Bereich entlang der Bewegungskordinate zwischen dem Nordpol und dem Südpol des Stabmagneten 28 bezeichnet.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zum Bestimmen der Position einer magnetfeldempfindlichen Sensoreinheit im Magnetfeld einer Magnetanordnung mit wenigstens weitgehend stabförmiger Kontur entlang einer sich wenigstens weitgehend geradlinig und parallel zu einer Längsachse der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur erstreckenden
- 5 Bewegungskoordinate, worin die magnetfeldempfindliche Sensoreinheit zum Messen einer Komponente des Magnetfeldes eingerichtet ist, die sich in einer zur Längsachse der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur wenigstens weitgehend parallelen Ebene wenigstens weitgehend rechtwinklig zu dieser Längsachse erstreckt, und die Magnetanordnung einen magnetischen Nordpol im Bereich eines ersten Endes der
- 10 wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur, einen magnetischen Südpol im Bereich eines zweiten Endes der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur sowie eine Verschlangung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur in deren mittlerem, zwischen dem Nordpol und dem Südpol sich erstreckenden Bereich aufweist.
- 15 2. Anordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verschlangung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur zumindest abschnittsweise einer wenigstens weitgehend dem Verlauf einer Ellipse folgenden Ausgestaltung entspricht.
- 20 3. Anordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verschlangung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur zumindest abschnittsweise einer wenigstens weitgehend dem Verlauf einer Zykloide folgenden
- 25 Ausgestaltung entspricht.



4. Anordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet,

5 dass die magnetfeldempfindliche Sensoreinheit mit einer Wheatstone-Brücke aus magnetoresistiven Widerstandselementen ausgebildet ist, deren Längsrichtung sich zumindest weitgehend entlang der Bewegungsordinate erstreckt.

5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

10 dass die Magnetanordnung mit einem ersten Körper und die Sensoreinheit mit einem zweiten Körper verbunden ist zum Bestimmen der Position des ersten Körpers gegenüber dem zweiten Körper entlang der Bewegungsordinate.

6. Anordnung nach Anspruch 5,

15 dadurch gekennzeichnet,

dass der erste und der zweite Körper durch Teile eines Kraftfahrzeugs gebildet sind.

7. Anordnung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass der erste und der zweite Körper durch Teile eines Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotors gebildet sind.

8. Anordnung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

25 dass der zweite Körper ein Teil eines Ventilantriebs für einen Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor umfasst und der erste Körper mit einem demgegenüber beweglichen Teil des Ventilantriebs ausgebildet ist.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Anordnung zum Bestimmen einer Position

- Beschrieben wird eine Anordnung zum Bestimmen der Position einer magnetfeldempfindlichen Sensoreinheit im Magnetfeld einer Magnetanordnung mit wenigstens weitgehend stabförmiger Kontur entlang einer sich wenigstens weitgehend geradlinig und parallel zu einer Längsachse der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur erstreckenden Bewegungsordinate, worin die magnetfeldempfindliche Sensoreinheit zum Messen einer Komponente des Magnetfeldes eingerichtet ist, die sich in einer zur Längsachse der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur wenigstens weitgehend parallelen Ebene wenigstens weitgehend rechtwinklig zu dieser Längsachse erstreckt, und die Magnetanordnung einen magnetischen Nordpol im Bereich eines ersten Endes der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur, einen magnetischen Südpol im Bereich eines zweiten Endes der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur sowie eine Verschlingung der wenigstens weitgehend stabförmigen Kontur in deren mittlerem, zwischen dem Nordpol und dem Südpol sich erstreckenden Bereich aufweist.

Dadurch wird eine bessere Ausnutzung der Abmessung der Magnetanordnung als für eine Positionsmessung nutzbarer Bereich erzielt.

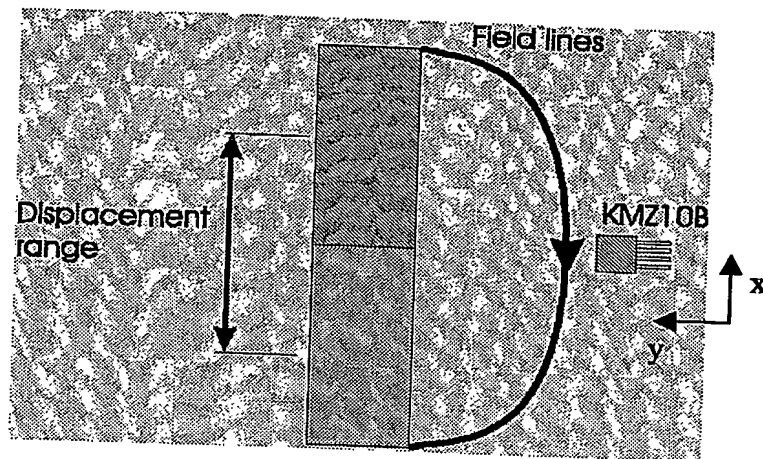


Fig. 1

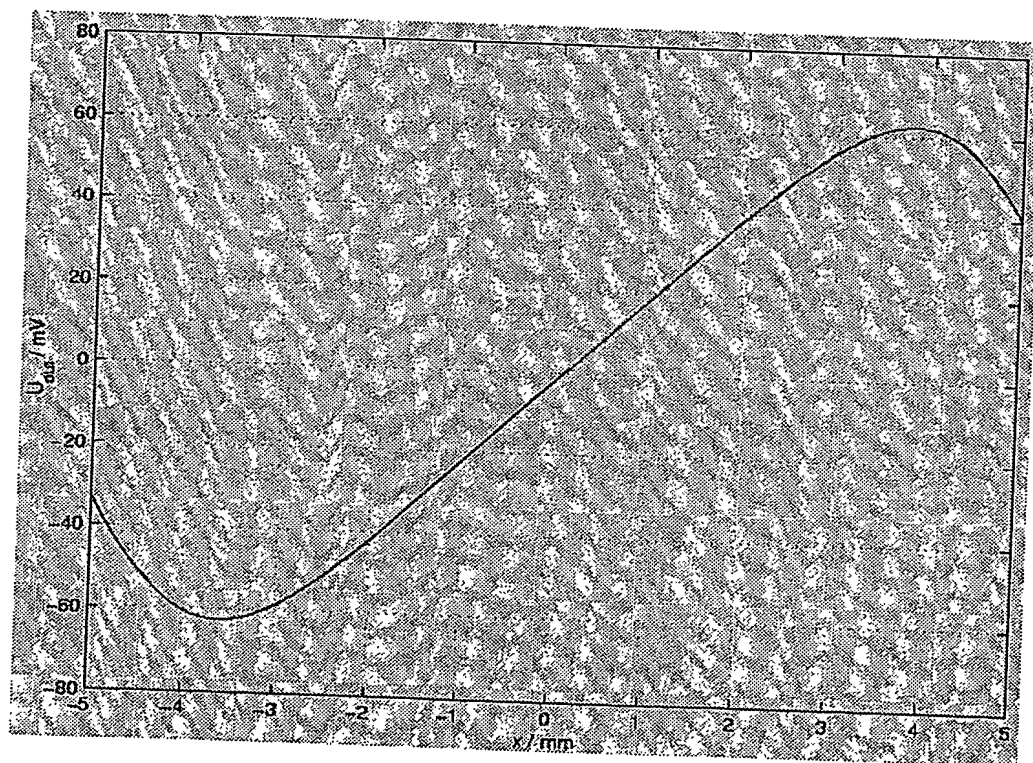


Fig. 2

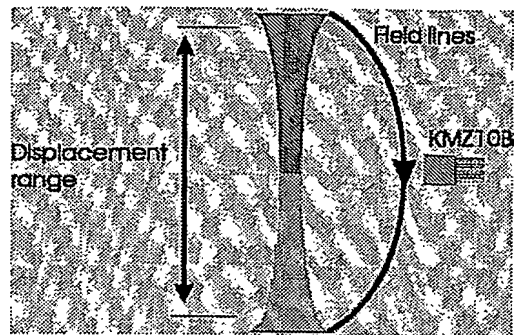


Fig. 3

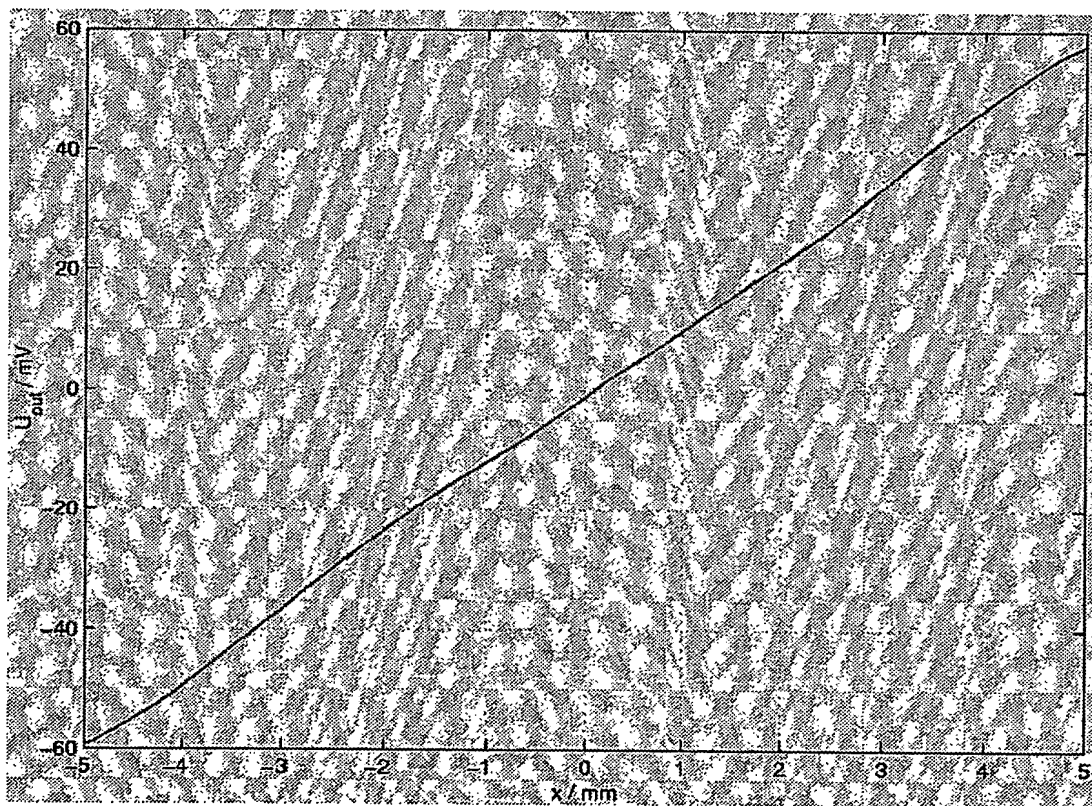


Fig. 4

3/3

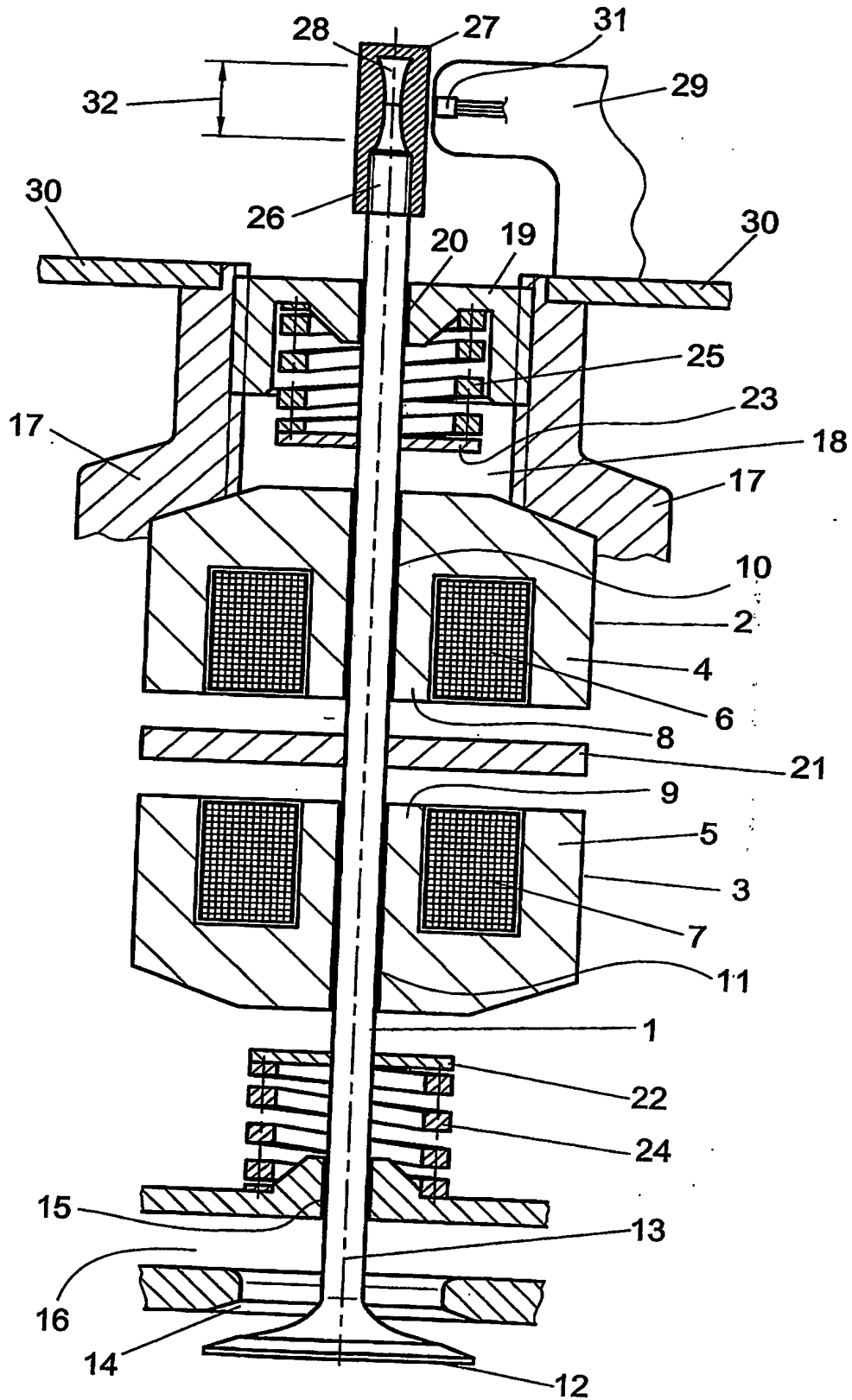


Fig. 5

Best Available Copy